

UJI KEBOCORAN PAPARAN RADIASI PADA RUANG PEMERIKSAAN SINAR-X DI INSTALASI RADIOLOGI RUMAH SAKIT PKU BANTUL

Dea Ananda^{1*}, Sofie Nornalita Dewi², Asih Puji Utami³

Program Studi Radiologi Program Diploma Tiga, Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta, Indonesia^{1,2,3}

*Corresponding Author : adea160504@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana desain ruang pemeriksaan dan untuk mengetahui ada tidaknya kebocoran paparan radiasi pada ruang pemeriksaan sinar-X dan lingkungan sekitar ruang pemeriksaan sinar-X di Instalasi Radiologi Rumah Sakit PKU Bantul. Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimental. Data dikumpulkan dengan cara observasi pada ruang pemeriksaan serta melakukan pengukuran paparan radiasi pada dua belas area yang telah ditentukan. Hasil penelitian menunjukkan ukuran ruang pemeriksaan sinar-X yaitu $8\text{ m} \times 4\text{ m} \times 6\text{ m}$, ketebalan dinding ruangan 30 cm menggunakan bata merah yang setara dengan 2 mm Pb, dan pintu dilapisi Pb setebal 2 mm. Hasil pengukuran uji kebocoran nilai paparan radiasi tertinggi yang terukur sebesar $189,2\text{ }\mu\text{Sv/h}$ terdapat pada area 10 dan 11 yang merupakan WC pada ruang pemeriksaan. disimpulkan bahwa desain ruang pemeriksaan sinar-X sudah efektif dan sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh BAPETEN No. 8 Tahun 2011 dan standar menurut Permenkes No. 24 Tahun 2020. Hasil uji kebocoran paparan radiasi, ruang pemeriksaan sinar-X di instalasi radiologi rumah sakit PKU Bantul secara umum dapat dikategorikan aman sesuai dengan BAPETEN No. 5 Tahun 2016, kecuali pada area 10 dan 11 yaitu area WC yang tidak dilapisi timbal.

Kata kunci : desain ruang, proteksi radiasi, uji kebocoran

ABSTRACT

This study aims to determine how the examination room design is and to determine whether there is radiation exposure leakage in the X-ray examination room and the environment around the X-ray examination room at the Radiology Installation of PKU Bantul Hospital. This type of research is quantitative research with an experimental approach. Data were collected by observing the examination room and measuring radiation exposure in twelve predetermined areas. The results of the study showed that the size of the X-ray examination room was $8\text{ m} \times 4\text{ m} \times 6\text{ m}$, the thickness of the room walls was 30 cm using red bricks equivalent to 2 mm Pb, and the door was coated with 2 mm thick Pb. The results of the leakage test measurement of the highest radiation exposure value measured at $189.2\text{ }\mu\text{Sv/h}$ were in areas 10 and 11 which were toilets in the examination room. It was concluded that the design of the X-ray examination room was effective and in accordance with the standards set by BAPETEN No. 8 of 2011 and the standards according to Permenkes No. 24 of 2020. The results of the radiation exposure leakage test, the X-ray examination room in the radiology installation of PKU Bantul Hospital can generally be categorized as safe according to BAPETEN No. 5 of 2016, except in areas 10 and 11, namely the toilet area which is not coated with lead.

Keywords : leakage test, room design, radiation protection

PENDAHULUAN

Radiasi merupakan segala jenis energi yang disalurkan tanpa menggunakan media perantara. Energi radiasi ini umumnya berbentuk gelombang, sering kali dalam bentuk gelombang sinusoidal. Salah satu radiasi yang umumnya diketahui adalah sinar-X (Ramadhani *et al.*, 2023). Sinar-X adalah pancaran gelombang elektromagnetik, mirip dengan gelombang radio, panas, cahaya dan sinar *ultraviolet*, tetapi gelombangnya sangat pendek. Sinar-X bersifat

heterogen, dengan panjang gelombang yang bervariasi dan tidak terlihat. Panjang gelombang sinar-X adalah $1 / 10.000$ cm dari panjang gelombang cahaya, karena panjang gelombangnya yang sangat pendek, sinar-X dapat menembus benda. Pemanfaatan sinar-X pada bidang kesehatan salah satunya yaitu sebagai pemeriksaan penunjang radiologi. Sinar-X ada yang dinamakan pengaturan faktor eksposi yang mempengaruhi kualitas citra radiograf (Rasad, n.d.).

Radiasi terdiri dari radiasi pengion dan radiasi non pengion, radiasi pengion dapat mengionisasi materi yang dilaluinya. Radiasi pengion apabila mengenai jaringan tubuh manusia secara berlebihan maka dapat menimbulkan efek-efek yang merugikan (Syahda *et al.*, 2021). Efek radiasi bagi tubuh manusia tergantung pada dosis yang diterima, dapat dibedakan menjadi dua yaitu efek stokastik dan efek deterministik. Efek stokastik adalah dampak yang terjadi pada tubuh manusia tanpa adanya dosis ambang. Biasanya, efek ini muncul setelah paparan radiasi pengion dalam jangka waktu yang lama dan risiko terjadinya efek ini meningkat seiring dengan dosis yang di terima (Tsapaki *et al.*, 2021). Sedangkan Efek deterministik adalah dampak yang terjadi pada tubuh manusia ketika dosis radiasi yang diterima melebihi dosis ambang. Umumnya, efek ini muncul dalam waktu singkat setelah terpapar radiasi pengion (Yunisca *et al.*, 2022).

Efek-efek yang merugikan ini dapat diminimalisir dengan menerapkan aspek-aspek proteksi radiasi. Proteksi radiasi adalah tindakan yang dilakukan untuk melindungi keselamatan manusia dan lingkungan dari bahaya radiasi dengan mengevaluasi, mengelola dan mengendalikan paparan radiasi yang didasarkan pada prinsip-prinsip keselamatan untuk meminimalkan dosis paparan radiasi agar tetap berada pada tingkat yang rendah (*International Atomic Energy Agency (IAEA)*, 2006). Menurut Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir No. 4 Tahun 2020 tentang Keselamatan Radiasi Pada Penggunaan Pesawat Sinar-X dalam Radiologi Diagnostik dan Intervensional, proteksi radiasi merupakan upaya yang dilakukan untuk mengurangi pengaruh radiasi yang merusak akibat paparan radiasi dengan tujuan untuk mencegah terjadinya efek deterministik dan mengurangi efek stokastik serendah mungkin. Terdapat tiga prinsip dasar proteksi radiasi meliputi pengaturan waktu, pengaturan jarak, dan penggunaan perisai radiasi (Akhadi, 2019).

Berdasarkan Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir No. 5 Tahun 2016 tentang Keselamatan Radiasi dalam Produksi Barang Konsumen, nilai batas dosis bagi pekerja radiasi tidak boleh melampaui standar keamanan paparan radiasi yang telah ditetapkan yaitu 20 mSv per tahun dengan rata-rata 5 tahun berturut-turut, dan dosis maksimal 50 mSv dalam 1 tahun tertentu. Sedangkan standar keamanan paparan radiasi bagi masyarakat umum tidak boleh melampaui 1 mSv pertahun. Jika diperkirakan bahwa dosis radiasi tersebar merata setiap jam, maka dosis yang diterima oleh petugas radiasi dapat dihitung sebesar 2,28 μ Sv/h dan 0,11 μ Sv/h yang diterima oleh masyarakat umum. Ukuran ruangan pemeriksaan sinar-X harus sesuai dengan spesifikasi Teknik pesawat sinar-X dari pabrik atau rekomendasi internasional. Ukuran minimum pesawat konvensional tanpa *fluoroscopy* adalah $4 \times 3 \times 2,8$. Tabir yang digunakan oleh radiografer harus dilapisi dengan bahan yang setara dengan 1 mm Pb, ukuran tabir adalah tinggi 2 m, dan lebar 1 m yang dilengkapi dengan kaca intip Pb yang setara dengan 1 mm Pb (BAPETEN, 2011).

Keselamatan pekerja, pasien, dan masyarakat yang ada di sekitar ruang radiologi merupakan hal penting yang harus diperhatikan oleh rumah sakit, dosis yang diterima memiliki batas yang telah ditentukan. Tindakan proteksi radiasi berupa kegiatan survei radiasi, uji kelayakan alat sinar-X, serta uji kelayakan pada ruangan dapat mengurangi tingkat paparan radiasi yang diterima (Putri *et al.*, 2024). Menurut Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir No. 8 Tahun 2011 pemantauan laju paparan radiasi pada ruang radiologi dilakukan secara berkala satu kali dalam setahun serta dilaporkan dalam bentuk tulisan. Menurut Keputusan Menteri Kesehatan No. 1250 Tahun 2009 pemantauan paparan radiasi pada

modalitas sumber radiasi dilakukan satu kali dalam setahun untuk pemantauan rutin. Beberapa penelitian terdahulu telah melakukan penelitian terkait uji kebocoran paparan radiasi pada ruang pemeriksaan sinar-X. Rai Rahmayani, Sahara, (2020), mengukur dosis paparan radiasi pada ruang sinar-X. Hasil pengukuran dosis radiaasi sebesar 0 $\mu\text{Sv/h}$. Hal ini dipengaruhi oleh ketebalan dinding ruangan yaitu 24,3 cm dengan timbal 7 mm, sehingga radiasi diserap oleh dinding dan tidak dapat menembus keluar dinding ruangan. Hal ini sudah sesuai dengan syarat keselamatan radiasi untuk pekerja radiasi dan masyarakat sekitar sesuai dengan Perka BAPETEN No. 4 Tahun 2013. Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Tunggadewi *et al.*, (2021), melakukan uji paparan radiasi pada ruangan panoramik menggunakan *surveymeter* di instalasi radiologi RSUD Kabupaten Tangerang. Uji paparan radiasi menggunakan jarak pada beberapa titik yang ditentukan. Hasil uji menunjukkan bahwa paparan dosis radiasi pada ruang panoramik tergolong aman untuk pekerja radiasi dan masyarakat sekitar sesuai dengan Perka BAPETEN. Berdasarkan penelitian sebelumnya maka dilakukan uji kebocoran paparan radiasi pada ruang pemeriksaan sinar-X di Rumah Sakit PKU Bantul.

Rumah Sakit PKU Bantul merupakan salah satu rumah sakit islam milik Pimpinan Daerah Muhammadiyah Kabupaten Bantul yang terletak di Daerah Istimewa Yogyakarta. Rumah sakit ini merupakan salah satu Amal Usaha Muhammadiyah yang bergerak di bidang Kesehatan dengan layanan dokter spesialis serta fasilitas penunjang medis. Berdasarkan observasi awal peneliti, Rumah Sakit PKU Bantul sudah lama tidak melakukan pemantauan uji kebocoran radiasi pada ruang pemeriksaan sinar-X yang seharusnya dilakukan satu kali dalam setahun. Rumah Sakit PKU Bantul memiliki pesawat sinar-X yang baru untuk menggantikan pesawat sinar-X yang lama tetapi ruangan yang digunakan pada alat tersebut merupakan ruangan lama yang dilakukan perubahan tata letak pada peralatan pesawat sinar-X. pada ruang pemeriksaan terdapat WC, pintu WC tersebut tidak dilapisi timbal dan terhubung dengan WC yang ada pada ruang tunggu dan pintu masuk IGD, sehingga terdapat peluang kebocoran radiasi. Oleh karna itu perlu dilakukannya uji kebocoran paparan radiasi pada ruang pemeriksaan sinar-X di Rumah Sakit PKU Bantul guna mengetahui ada atau tidaknya kebocoran paparan radiasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana desain ruang pemeriksaan dan untuk mengetahui ada tidaknya kebocoran paparan radiasi pada ruang pemeriksaan sinar-X dan lingkungan sekitar ruang pemeriksaan sinar-X di Instalasi Radiologi Rumah Sakit PKU Bantul.

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimental. Data dikumpulkan dengan cara observasi pada ruang pemeriksaan radiologi serta melakukan pengukuran laju paparan radiasi dengan menggunakan *surveymeter raysafe X2*. Penelitian ini dilakukan di Ruang Pemeriksaan Sinar-X di Instalasi Radiologi Rumah Sakit PKU Bantul pada bulan Agustus sampai November 2024. Subjek dalam penelitian ini terdiri dari 12 area pengukuran laju paparan radiasi. Objek pada penelitian ini adalah *phantom cranium*, *surveymeter*, pesawat sinar-X, Faktor eksposi seperti FFD, kV, mA, dan s. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu: (1) Pedoman pengukuran uji kebocoran paparan radiasi ruang pemeriksaan sinar-X, (2) Alat tulis, (3) Apron, (4) Kamera, (5) Pesawat Sinar-X merk FDR Smart X,



Gambar 1. Pesawat Sinar-X merk FDR Smart X Rumah Sakit PKU Bantul



Gambar 2. *Phantom Cranium*

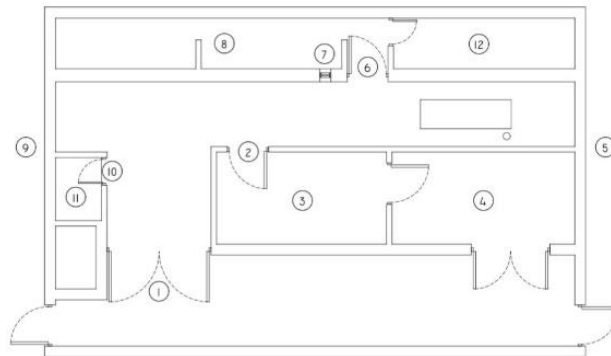


Gambar 3. *Surveymeter Raysafe X2*

Langkah-langkah dalam penelitian sebagai berikut: (1) Melakukan observasi pada ruang pemeriksaan sinar-X meliputi denah ruang, ukuran ruangan, dinding, dan pintu, (2) Mencatat data hasil observasi pada ruang pemeriksaan sinar-X, (3) Mencatat data pesawat sinar-X meliputi merk, type dan No. seri tabung, (4) Menyiapkan alat dan bahan pengujian berupa pesawat sinar-X, *phantom cranium*, *surveymeter raysafe X2* untuk pengukuran paparan radiasi, (5) Posisikan *phantom cranium supine* diatas meja pemeriksaan dengan posisi *Anteroposterior* dengan *Focus Film Distance* yang digunakan adalah 100 cm dengan arah sinar tegak lurus meja pemeriksaan, (6) Mengatur faktor eksposi yang digunakan yaitu cranium AP 70 kV dan 200 mA dan 20 mAs, (7) Menggunakan apron sebelum melakukan eksposi, (8) Melakukan pengukuran radiasi latar terlebih dahulu sebelum melakukan eskposi, (9) Melakukan pengukuran laju paparan radiasi pada beberapa area yang telah ditentukan menggunakan *surveymeter raysafe X2* meliputi:

- Area 1 : Depan pintu ruang pemeriksaan
- Area 2 : Balik pintu ruang admin

- Area 3 : Balik tembok ruang admin
- Area 4 : Balik tembok ruang OPG
- Area 5 : Balik tembok sisi kanan ruang pemeriksaan
- Area 6 : Balik pintu ruang operator
- Area 7 : Balik kaca ruang operator
- Area 8 : Balik tembok ruang operator
- Area 9 : Balik tembok sisi kiri ruang pemeriksaan
- Area 10 : Balik pintu WC
- Area 11 : Balik tembok WC
- Area 12 : Balik tembok ruang CR



Gambar 4. Denah Area Pengukuran Paparan Radiasi Rumah Sakit PKU Bantul

(10) Melakukan pencatatan hasil pengukuran laju paparan radiasi pada setiap area yang telah ditentukan ke dalam tabel pengukuran, (11) Menghitung hasil bacaan pengukuran laju paparan radiasi dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Laju Paparan} = \text{Hasil bacaan alat ukur} - \text{Dosis radiasi latar}$$

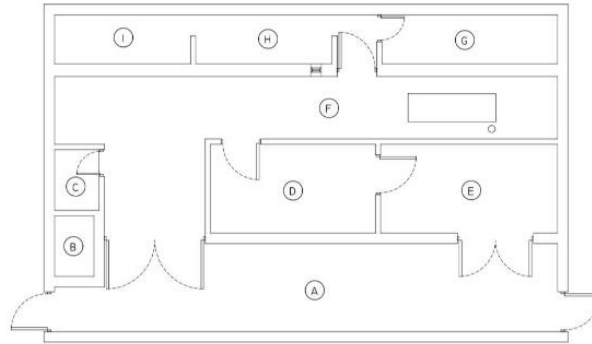
(1)

(12) Hasil yang dari perhitungan pengukuran paparan radiasi yang di dapatkan kemudian dibandingkan dengan Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir No. 5 Tahun 2016 tentang Keselamatan Radiasi dalam Produksi Barang Konsumen, menyatakan standar keamanan paparan radiasi bagi pekerja radiasi tidak boleh melampaui $2,28 \mu\text{Sv/h}$ dan standar keamanan paparan radiasi masyarakat umum tidak boleh melampaui $0,11 \mu\text{Sv/h}$. Hasil perbandingan dimasukkan ke dalam tabel.

HASIL

Desain Ruangan

Ruang pemeriksaan sinar-X di Instalasi Radiologi Rumah Sakit PKU Bantul memiliki ukuran $8 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 6 \text{ m}$. Ketebalan dinding 30 cm dengan menggunakan bata merah yang setara dengan 2 mm Pb. Pada ruang pemeriksaan terdapat ruang admin pada bagian depan, ruang operator di bagian belakang yang menyatu dengan ruang CR, WC terletak di samping kiri ruang admin yang terhubung dengan WC pada ruang tunggu dan pintu masuk IGD, serta ruang OPG terletak di samping kanan ruang admin, ruang tunggu terletak di sisi depan ruangan pemeriksaan yang berhadapan dengan ruang admin, dan sisi kiri ruang pemeriksaan merupakan IGD serta sisi kanan ruang pemeriksaan merupakan area umum. Denah ruang pemeriksaan sinar-X di Instalasi Radiologi Rumah Sakit PKU Bantul dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 5. Denah ruang Pemeriksaan Sinar-X Rumah Sakit PKU Bantul

Keterangan denah:

- A. Ruang tunggu: lebar 3 m.
- B. WC luar: lebar 2 m.
- C. WC dalam: lebar 2 m, ketebalan dinding 30 cm, menggunakan bata merah yang setara dengan 2 mm Pb, pintu tidak di lapisis timbal.
- D. Ruang admin: lebar 3 m, ketebalan dinding 30 cm, menggunakan bata merah yang setara dengan 2 mm Pb, pintu Pb tebal 2 mm.
- E. Ruang OPG: lebar 3 m, ketebalan dinding 30 cm, menggunakan bata merah yang setara dengan 2 mm Pb.
- F. Ruang pemeriksaan: ukuran $8\text{ m} \times 4\text{ m} \times 6\text{ m}$, ketebalan dinding 30 cm, menggunakan bata merah yang setara dengan 2 mm Pb.
- G. Ruang CR: lebar 2 m, ketebalan dinding 30 cm, menggunakan bata merah yang setara dengan 2 mm Pb.
- H. Ruang operator: lebar 2 m, ketebalan dinding 30 cm, menggunakan bata merah yang setara dengan 2 mm Pb menggunakan bata merah yang setara dengan 2 mm Pb, tebal kaca Pb 2 cm ($43,4\text{ cm} \times 33\text{ cm}$).
- I. Ruang petugas: lebar 3 m, ketebalan dinding 30 cm, menggunakan bata merah yang setara dengan 2 mm Pb.

Uji Kebocoran Paparan Radiasi

Pengambilan data dilakukan pada ruang pemeriksaan sinar-X di Instalasi Radiologi Rumah Sakit PKU Bantul dengan mengukur laju paparan radiasi menggunakan *survey meter raysafe X2* dan menggunakan *panthom cranium* sebagai objek, jarak antara objek dengan sumber radiasi diatur 100 cm dengan arah sinar vertikal tegak lurus terhadap objek, serta faktor eksposi 70 kV, 200 mA, dan 20 mAs.



Gambar 6. Objek Pengukuran Paparan Radiasi RS PKU Bantul

Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali pada 12 area yang telah ditentukan dengan mengukur radiasi latar terlebih dahulu sebelum melakukan eksposi. Hasil pengukuran kemudian dilakukan analisis secara menyeluruh dengan menggunakan rumus (1). Berikut ini merupakan hasil analisis paparan radiasi yaitu hasil ukur paparan radiasi dikurangi dengan radiasi latar pada 12 area yang telah di tentukan dapat dilihat pada tabel 1.

Berdasarkan tabel 1, nilai paparan radiasi tertinggi yang terukur terdapat pada area 10 dan area 11 yaitu balik pintu WC dan balik tembok WC dengan paparan radiasi sebesar 189,2 $\mu\text{Sv/h}$. Nilai paparan radiasi terendah yang terukur terdapat pada area 1, area 5, area 6, area 9, dan area 12 yaitu depan pintu ruang pemeriksaan, balik tembok sisi kanan ruang pemeriksaan

sinar-X, balik pintu ruang operator, balik tembok sisi kiri ruang pemeriksaan sinar-X, dan balik tembok ruang CR dengan paparan radiasi sebesar 0 $\mu\text{Sv/h}$.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Uji Paparan Radiasi di Instalasi Radiologi Rumah Sakit PKU Bantul

No	Area Pengukuran	Hasil Pengujian ($\mu\text{Sv/h}$)			Rata-rata Radiasi Pengujian ($\mu\text{Sv/h}$)
		Hasil Pengujian 1	Hasil Pengujian 2	Hasil Pengujian 3	
1	Area 1	0	0	0	0
2	Area 2	0,1	0,3	0,2	0,2
3	Area 3	0,8	0,2	0,5	0,5
4	Area 4	0,2	0,4	0,3	0,3
5	Area 5	0	0	0	0
6	Area 6	0	0	0	0
7	Area 7	0,2	0,3	0,25	0,25
8	Area 8	0,3	0	0,15	0,15
9	Area 9	0	0	0	0
10	Area 10	188,5	189,9	189,2	189,2
11	Area 11	188,5	189,9	189,2	189,2
12	Area 12	0	0	0	0

Keterangan area pengukuran:

- Area 1 : Depan pintu ruang pemeriksaan
- Area 2 : Balik pintu ruang admin
- Area 3 : Balik tembok ruang admin
- Area 4 : Balik tembok ruang OPG
- Area 5 : Balik tembok sisi kanan ruang pemeriksaan
- Area 6 : Balik pintu ruang operator
- Area 7 : Balik kaca ruang operator
- Area 8 : Balik tembok ruang operator
- Area 9 : Balik tembok sisi kiri ruang pemeriksaan
- Area 10 : Balik pintu WC
- Area 11 : Balik tembok WC
- Area 12 : Balik tembok ruang CR

Tabel 2. Kesesuaian Hasil Uji Paparan Radiasi dengan Standar Keamanan Menurut BAPETEN No. 5 Tahun 2016

No	Area Pengukuran	Hasil Laju Paparan Radiasi ($\mu\text{Sv/h}$)	Paparan Yang Diizinkan Untuk Pekerja ($\mu\text{Sv/h}$)	Keterangan	Paparan Yang Diizinkan Untuk Masyarakat Umum ($\mu\text{Sv/h}$)	Keterangan
1	Area 1	0	2,28	Aman	0,11	Aman
2	Area 2	0,2	2,28	Aman	0,11	Aman
3	Area 3	0,5	2,28	Aman	0,11	Aman
4	Area 4	0,3	2,28	Aman	0,11	Aman
5	Area 5	0	2,28	Aman	0,11	Aman
6	Area 6	0	2,28	Aman	0,11	Aman
7	Area 7	0,25	2,28	Aman	0,11	Tidak Aman
8	Area 8	0,15	2,28	Aman	0,11	Tidak Aman
9	Area 9	0	2,28	Aman	0,11	Aman
10	Area 10	189,2	2,28	Tidak Aman	0,11	Tidak Aman
11	Area 11	189,2	2,28	Tidak Aman	0,11	Tidak Aman
12	Area 12	0	2,28	Aman	0,11	Aman

Tabel 2 menunjukkan kesesuaian yang diperoleh dari pengukuran paparan radiasi di Instalasi Radiologi Rumah Sakit PKU Bantul dengan standar keamanan paparan radiasi yang ditetapkan oleh Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir No. 5 Tahun 2016.

Berdasarkan tabel 2, diketahui bahwa hasil pengujian paparan radiasi adalah sebagai berikut. Area 1,2,3,4,5,6,9, dan 12 memiliki nilai paparan kurang dari 0,11 $\mu\text{Sv/h}$, pada area 10 dan 11 melampaui 0,11 $\mu\text{Sv/h}$ (nilai standar keamanan paparan radiasi bagi masyarakat umum). Sedangkan area 7 dan 8 memiliki nilai paparan radiasi dibawah 2,28 $\mu\text{Sv/h}$ tetapi diatas 0,11 $\mu\text{Sv/h}$. Area 10 dan 11 memiliki nilai paparan radiasi yang paling tinggi yaitu 189,2 $\mu\text{Sv/h}$.

PEMBAHASAN

Desain Ruang

Data hasil observasi yang telah dilakukan pada ruang pemeriksaan radiologi di Rumah Sakit PKU Bantul menunjukkan bahwa standar ruang radiologi terpenuhi yaitu ukuran ruangan 8 m \times 4 m \times 6 m, ketebalan dinding ruangan yaitu 30 cm dengan menggunakan bata merah yang setara dengan 2 mm Pb, dan pintu ruangan dilapisi Pb setebal 2 mm. Hal tersebut sesuai dengan Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir No. 8 Tahun 2011 tentang Keselamatan Radiasi Pada Penggunaan Pesawat Sinar-X dalam Radiologi Diagnostik dan Intervensional, ukuran minimum ruangan pemeriksaan sinar-X pesawat konvensional tanpa *fluoroscopy* adalah 4 m \times 3 m \times 2,8 m. Standar ruang pemeriksaan sinar X menurut Permenkes No. 24 Tahun 2020, konstruksi dinding menggunakan bata merah dengan ketebalan 25 cm atau setara dengan 2 mm Pb sehingga tingkat radiasi di sekitar ruangan pesawat sinar-X tidak melampaui Nilai Batas Dosis 1 mSv pertahun.

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, penulis berpendapat bahwa desain ruang pemeriksaan sinar-X di Instalasi Radiologi Rumah Sakit PKU Bantul sudah efektif dan telah sesuai dengan standar ruang yang telah ditetapkan oleh Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir No. 8 Tahun 2011 dan standar ruang pemeriksaan sinar-X menurut Permenkes No. 24 Tahun 2020.

Uji Kebocoran Paparan Radiasi

Uji kebocoran paparan radiasi dilakukan di Rumah Sakit PKU Bantul dengan hasil pengujian paparan radiasi dapat dikategorikan aman tetapi ada beberapa area yang memiliki nilai paparan radiasi yang melebihi nilai standar keamanan paparan radiasi yang telah ditetapkan oleh Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir No. 5 Tahun 2016 tentang Keselamatan Radiasi dalam Produksi Barang Konsumen, menyatakan standar keamanan paparan radiasi bagi pekerja radiasi tidak boleh melampaui 20 mSv pertahun sedangkan standar keamanan paparan radiasi bagi masyarakat umum tidak boleh melampaui 1 mSv pertahun yang apabila dikonversikan dari mSv pertahun ke $\mu\text{Sv/h}$ maka standar keamanan paparan radiasi bagi pekerja radiasi tidak boleh melampaui 2,28 $\mu\text{Sv/h}$ dan 0,11 $\mu\text{Sv/h}$ bagi masyarakat umum.

Berdasarkan hasil pengujian diketahui bahwa area yang dikategorikan aman bagi pekerja radiasi yaitu area 1,2,3,4,5,6,7,8,9, dan 12 memiliki nilai paparan radiasi yang memenuhi standar keamanan paparan radiasi yang telah ditetapkan, hal ini terjadi karena dinding ruangan memiliki ketebalan yaitu 30 cm dan dengan menggunakan bata merah yang setara dengan 2 mm timah hitam (Pb) serta pintu pada ruangan tersebut dilapis oleh timah hitam dengan ketebalan 2 mm dan tebal kaca Pb yaitu 2 cm. Akan tetapi pada area 10 dan 11 telah melampaui nilai standar keamanan paparan radiasi bagi pekerja radiasi yang telah ditetapkan oleh Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir No. 5 Tahun 2016. Hal ini terjadi karena area yang merupakan WC pada ruang pemeriksaan sinar-X tersebut memiliki pintu yang tidak dilapis oleh timbal sehingga paparan radiasi dapat menembus pintu tanpa adanya pelindung. Area yang dikategorikan aman bagi masyarakat umum yaitu area 1,2,3,4,5,6,9, dan 12

sedangkan pada area 10 dan 11 melampaui nilai standar keamanan paparan radiasi bagi masyarakat umum yang telah ditetapkan oleh Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir No. 5 Tahun 2016. Area 7 dan 8 melampaui nilai standar keamanan paparan radiasi bagi masyarakat umum tetapi area tersebut merupakan area pekerja radiasi sehingga perlu dipastikan pada ruangan tersebut tidak boleh dilalui atau ditempati oleh masyarakat umum ketika pemeriksaan sedang berlangsung. Ketebalan penghalang atau perisai mempengaruhi tingkat paparan radiasi yang diterima, semakin tebal penghalang atau perisai tersebut, maka semakin rendah paparan radiasi yang diterima (Tunggadewi *et al.*, 2021). Konstruksi dinding menggunakan bata merah dengan ketebalan 25 cm dan kerapatan jenis 2,2 g/cm³ atau beton dengan ketebalan 20 cm atau setara dengan 2 mm timah hitam (Pb), sehingga tingkat radiasi di sekitar ruangan pesawat sinar-X tidak melampaui Nilai Batas Dosis 1 mSv pertahun (Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2020).

Menurut penelitian terdahulu terkait uji kebocoran paparan radiasi pada ruang pemeriksaan sinar-X menyatakan bahwa ketebalan dinding dan perisai mempengaruhi daya tembus paparan radiasi. Semakin tinggi kerapatan, ketebalan, dan nomor atom bahan perisai, semakin sedikit radiasi yang dapat menembus perisai tersebut (Rustiah *et al.*, 2023). Rai Rahmayani, Sahara, (2020), mengukur dosis paparan radiasi pada ruang sinar-X. Hasil pengukuran dosis radiaasi sebesar 0 µSv/h. Hal ini dipengaruhi oleh ketebalan dinding ruangan yaitu 24,3 cm dengan timbal 7 mm, sehingga radiasi diserap oleh dinding dan tidak dapat menembus keluar dinding ruangan. Hal ini sudah sesuai dengan syarat keselamatan radiasi untuk pekerja radiasi dan masyarakat sekitar sesuai dengan Perka BAPETEN No. 4 Tahun 2013.

Berdasarkan hal di atas, penulis berpendapat bahwa ruang pemeriksaan sinar-X di instalasi radiologi rumah sakit PKU Bantul dapat dikategorikan aman, namun perlu diperhatikan bahwa sebaiknya WC yang ada di ruang pemeriksaan ditutup secara permanen dan dilengkapi dengan tanda peringatan agar tidak digunakan selama pemeriksaan berlangsung, atau dilakukan perbaikan dengan memasang pelindung pada WC tersebut. desain ruang berpengaruh terhadap nilai paparan radiasi yang diterima petugas radiasi dan masyarakat umum sehingga perlu diperhatikan bahwa ruang pemeriksaan sinar-X harus dibangun sesuai dengan peraturan yang telah ditetapkan oleh Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir dan Menteri Kesehatan Republik Indonesia.

KESIMPULAN

Hasil observasi yang dilakukan pada ruang pemeriksaan radiologi di Rumah Sakit PKU Bantul dapat disimpulkan bahwa desain ruang pemeriksaan sinar-X meliputi ukuran ruangan, ketebalan dinding ruangan, dan perisai yang digunakan sudah efektif dan telah sesuai dengan standar ruang yang telah ditetapkan oleh Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir No. 8 Tahun 2011 dan standar ruang pemeriksaan sinar-X menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2020. Hasil uji kebocoran paparan radiasi pada Ruang Pemeriksaan sinar-X di Instalasi Radiologi Rumah Sakit PKU Bantul yang dilakukan pada dua belas area yang telah ditentukan menunjukkan bahwa ruang pemeriksaan sinar-X di instalasi radiologi rumah sakit PKU Bantul dapat dikategorikan aman sesuai dengan Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir No. 5 Tahun 2016, namun terdapat kebocoran paparan radiasi pada area 10 dan 11 yaitu balik pintu WC dan balik tembok WC dengan paparan radiasi sebesar 189,2 µSv/h, sehingga perlu di perhatikan dan dilakukan perbaikan. Area 7 dan 8 melampaui nilai standar keamanan paparan radiasi bagi masyarakat umum tetapi area tersebut merupakan area pekerja radiasi sehingga perlu dipastikan pada ruangan tersebut tidak boleh dilalui atau ditempati oleh masyarakat umum ketika pemeriksaan sedang berlangsung.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan ucapan terimakasih kepada Rumah Sakit PKU Bantul yang telah berkontribusi dalam penelitian ini, dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, serta semua pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan motivasi sehingga artikel ini dapat diselesaikan sepenuhnya dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhadi, M. (2019). *Dasar-dasar proteksi radiasi*.
- BAPETEN. (2011). Keselamatan Radiasi Dalam Penggunaan Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik Dan Intervensial. 2011.
- International Atomic Energy Agency (IAEA). (2006). *Radiation Protection in the Design of Radiotherapy Facilities*. IAEA Safety Reports Series No. 47, 47, 9. https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1223_web.pdf
- Putri, E., Prameswari, A., Sutapa, G. N., Agung, I. G., Ratnawati, A., Ratini, N. N., Artawan, I. N., Luh, N., & Trisnawati, P. (2024). *Analisis Laju Dosis Radiasi di Area Ruang CT Scan di Instalasi Radiologi RSUD Bali Mandara*. 8(2), 201–207.
- Rai Rahmayani, Sahara, dan S. Z. (2020). Pengukuran Dan Analisis Dosis Proteksi Radiasi Sinar-X Di Unit Radiologi RS. Ibnu Sina YW-UMI. *Jurnal Fisika Dan Terapannya*, 7(1), 87–96.
- Ramadhani, N. F., Saputra, D., & Nurrachman, A. S. (2023). Literasi Bahaya Penggunaan Radiasi pada Siswa Madrasah Tsanawiyah Miftahul Ulum Melirang Bungah Gresik. *Jurnal Pengabdian Nasional (JPN) Indonesia*, 4(2), 429–434. <https://doi.org/10.35870/jpni.v4i2.234>
- Rasad, S. (n.d.). *Radiologi Diagnostik Edisi Kedua, 2012, FKUI*. JAKARTA.
- Rustiah, W., Ansar, A., Harun, H. M., Aryanto, B., Fajriah, N., Radiologi, S., Kesehatan, P., & Makassar, M. (2023). *DR Tadjuddin Chalid Makassar Radiation Rate of Exposure in Space Conventional Aircraft in The Radiology Installation Of The Hospital Dr Tadjuddin Chalid Makassar*. 12(1), 98–103. <https://doi.org/10.31314/mjk.12.1.98-104.2023>
- Syahda, A. S., Milvita, D., & Prasetyo, H. (2021). Evaluasi Penerapan Proteksi Radiasi pada Pekerja Radiasi di Instalasi Radiologi RS Naili DBS, RS Selaguri, dan RS UNAND. *Jurnal Fisika Unand*, 9(4), 517–523. <https://doi.org/10.25077/jfu.9.4.517-523.2020>
- Tsapaki, V., Damilakis, J., Paulo, G., Schegerer, A. A., Repussard, J., Jaschke, W., Frija, G., International Commission on Radiological Protection, Choi, H. R., Kim, R. E., Heo, C. W., Kim, C. W., Yoo, M. S., Lee, Y., Protection, I. I. C. on R., Yaffe, M. J., Applications, T., Protection, R., Basic, I., ... Bradley, D. A. (2021). *Annals of the ICRP Annals of the ICRP*. In *Radiation Physics and Chemistry* (Vol. 188, Issue 24). www.mdpi.com/journal/diagnostics%0Ahttp://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1609_web.pdf%5Cnhttp://www.vomfi.univ.kiev.ua/assets/files/IAEA/Pub1462_web.pdf%0Ahttp://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16168243
- Tunggadewi, D. A., Anita, F., & Ahmad, F. (2021). Uji Paparan Radiasi Pada Ruangan Panoramik Dengan Menggunakan Surveymeter Di Instalasi Radiologi RSUD Kabupaten Tangerang. *Wahana Fisika*, 6(2), 83–89. <https://doi.org/10.17509/wafi.v6i2.34560>
- Yunisca, F., Chalimah, E., & Sitanggang, L. O. A. (2022). Implementasi Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2022 Tentang Rekam Medis Terhadap Hasil Pemantauan Kesehatan Pekerja Radiasi di Kawasan Nuklir Serpong. *Reaktor : Buletin Pengelolaan Reaktor Nuklir*, 19(2), 34. <https://doi.org/10.17146/bprn.2022.19.2.6700>